©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Über die Bildung von Fett aus Kohlehydraten im Thierkörper.

Von Dr. **E. Meissl** und **F. Strohmer.**

Mit Untersuchungen über den Stoffwechsel des Schweines beschäftigt, deren Abschluss erst nach längerer Zeit möglich sein wird, theilen wir vorläufig im Nachfolgenden die Resultate eines Versuches mit, der hauptsächlich in der Absicht angestellt wurde, die Frage: ob aus Kohlehydraten im Thierkörper Fett entsteht oder nicht, zur Entscheidung zu bringen.

Denselben Zweck verfolgte Soxhlet[1] mit seinem bereits vor einiger Zeit publicirten Fütterungsversuche, bei welchem er von drei möglichst gleichen Schweinen eines am Anfange des eigentlichen Versuches schlachtete und vollständig analysirte, die beiden übrigen durch 75 beziehungsweise 82 Tage mit Reis fütterte und dann ebenso wie das erste aufarbeitete und untersuchte. Die Menge der verdauten Stoffe ermittelte er durch Wägung und Analyse des verzehrten Reises und des Gesammtkothes. Aus der Zusammensetzung des ersten Schweines wurde dann auf die Zusammensetzung der zwei anderen bei Beginn der Reisfütterung geschlossen; die Differenz zwischen dem auf diese Weise berechneten Fettgehalt der zwei Schweine am Anfang und dem direct gefundenen am Schlusse, ergab die Menge des während des Versuches entstandenen Fettes. Obwohl der Fettgehalt der beiden zuletzt geschlachteten Schweine nicht unerheblich verschieden war (36% und 45%), was darauf hindeutete, dass diese zu Anfang nicht von gleicher Zusammensetzung mit dem Controlschweine waren, so reichte doch, wollte man nicht ganz abnorme Zahlen für die Anfangs- Zusammensetzung der

[1] Zeitschrift des landw. Vereines in Bayern. Aug. 1881.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

mit je zwei 35 Ctm. hohen Glasplatten bekleidet. Die Fugen zwischen den horizontal liegenden und aufrechtstehenden Glasplatten wurden mit Glaserkitt verstrichen. Die etwas breitere querlaufende Fuge zwischen den zwei Bodenplatten diente zum Ablaufen des Harnes. Unter dieser befand sich eine geneigte Rinne, die durch einen Rohransatz in die seitlich unter dem Stalle stehende Sammelflasche führte. Im Übrigen war der Stall ganz ähnlich dem früher beschriebenen eingerichtet. Das Stehen und Liegen auf den Glasplatten bereitete wider Erwarten dem Thiere keine besondere Unbequemlichkeit. Die Dimensionen waren so gewählt, dass beim Harnlassen der Strahl gewöhnlich die Fuge direct treffen musste; ein Herumspritzen des Harnes fand wegen der geringen Höhe aus der der Strahl kam, nicht statt. Die untere Kante der Platten wurde, um ein allfälliges Haftenbleiben von Harntropfen zu verhindern, eingefettet, überdies der Boden nach jedem Harnlassen oder mindestens mehrere Male im Tage mit destillirtem Wasser abgespült, eine Arbeit, die durch das seltene immer durch Erheben des Thieres signalisirte Harnen, wesentlich erleichtert wurde. Das Spülwasser fingen wir getrennt auf und berechneten aus dessen Stickstoffgehalt die Menge des darin enthaltenen Harnes, die niemals mehr als 40—50 CC. pro Tag betrug. Das Aufsammeln des Kothes bot keinerlei Schwierigkeit. Der Koth war von sehr dicker breiiger Consistenz und wurde immer ganz am hinteren Ende des Stalles auf die Glasplatte abgesetzt. Der Stall stand gewöhnlich neben dem Kasten des Respirationsapparates, in welchen er sodann sammt dem Thiere an den Tagen, an denen Respirationsversuche stattfanden, geschoben wurde. Die Temperatur des Versuchsraumes schwankte zwischen 15—19° C. Die zur Anwendung gekommenen analytischen Methoden waren in Kurzem folgende:

Reis und Koth: Futteranalyse und Kohlenstoff-Bestimmung in bekannter Weise. Stickstoff nach Dumas und Will-Varrentrap. Harn: Specifisches Gewicht bestimmt bei 15° mit der Westphal'schen Wage. Stickstoff im Harn und in den unter Oxalsäure Zusatz eingeengten Spülwässern, täglich mit unterbromigsaurem Natron im Azotometer. Aus dem Stickstoff-Gehalt des Spülwassers wurde die demselben entsprechende Harnmenge

(40—50 CC. pro Tag) berechnet. Gesammtstickstoff des Harns durch Eindampfen von 25 CC. mit Bimssteinpulver unter Zusatz von Oxalsäure im Hoffmeister'schen Schälchen, und glühen mit Natronkalk. Kohlenstoff durch Eindampfen von 200 CC. mit pulverigem Kupferoxyd und Elementaranalyse. Asche nach den gebräuchlichen Methoden, durch Lungen und Haut ausgeschiedene Kohlensäure mit Hilfe des an der k. k. landwirthschaftlichen chemischen Versuchsstation befindlichen grossen Respirationsapparates nach Pettenkofer's System. Vor Beginn und nach Schluss der Versuche überzeugten wir uns durch 24stündige Controlversuche mit brennenden Stearinkerzen, die annähernd gleich viel Kohlensäure wie das Versuchsschwein lieferten, vom richtigen Functioniren des Apparates.

Sämmtliche Bestimmungen wurden mindestens doppelt ausgeführt.

Was die Ausführung des Bilanzversuches selbst anbelangt, so gestaltete sich diese soweit die vorliegende Frage dabei in Betracht kam, folgendermassen:

Der Versuch begann am 9. August 1882, 7 Uhr Früh, und endete am 16. Aug. 7 Uhr Früh, umfasste also einen Zeitraum von sieben Tagen, während welcher alle Einnahmen und Ausgaben controlirt wurden. Das Lebendgewicht betrug zu Anfang 140 Klgr., zu Ende 143·5 Klgr. die Zunahme demnach 3·5 Klgr. oder 0·5 Klgr. pro Tag. Der zur Fütterung für diese sieben Tage nothwendige Reis wurde vor Beginn von dem gut gemischten Vorrathe in sieben Portionen à 2 Klgr. abgewogen und gleichzeitig eine Durchschnittsprobe von 1 Klgr. zur Analyse entnommen. Die tägliche Ration von 2 Klgr. Reis wurde mit 4 Ltr. Wasser weich gekocht, in drei gleiche Theile getheilt und jede dieser drei Portionen vor der Verabreichung, welche um 7 Uhr Früh, 1 Uhr Mittags und 7 Uhr Abends stattfand, mit 2 Ltr. warmen Wasser zu einem dicken Brei angemacht. Das Schwein bekam auf diese Art pro Tag 10 Ltr. Wasser und ausserdem noch 15 Grm. Kochsalz. Die Zusammensetzung des Reises war folgende:

Wasser	13·00 %	$C = 38·53$ %
Proteïn...	5·92 „	$N = 0·94$ „
Fett	0·40 „	

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

zwei Schweine annehmen, das Fett der Nahrung und das aus dem im Körper zersetzten Eiweiss möglicherweise entstandene, nicht zur Deckung des zugewachsenen hin, so dass man zur Schlussfolgerung gedrängt wurde: ein grosser Theil des Körperfettes muss aus Kohlehydraten entstanden sein.

Viel früher haben Lawes und Gilbert[1] (1850) sowie Weiske und Wild[2] (1873) ähnliche Versuche, bei denen das Versuchsthier sowie am Anfange des Versuches ein demselben gleiches analysirt wurden, angestellt, ohne indess mehr als die Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit der Fettbildung aus Kohlehydraten nachgewiesen zu haben.

Das grosse Interesse, das die Lösung dieser Frage bietet, und die Wichtigkeit derselben, für die Fütterungs- und Ernährungslehre, liessen es uns wünschenswerth erscheinen, nochmals an dieselbe heranzutreten, und zu versuchen auf einem anderen vollkommen einwurfsfreien Wege, nämlich durch Vergleich sämmtlicher Einnahmen und Ausgaben während einer längeren Periode zum Ziele zu gelangen.

Zu unserem Versuche, der gleichzeitig mehrere Nebenfragen, von denen hier vorderhand abgesehen werden kann, entscheiden sollte, diente ein verschnittenes männliches Schwein der Yorkshire Race, das gleichzeitig mit den zu anderen Zwecken bestimmten, Ende Juli 1881 im Alter von zwei Monaten angekauft wurde. Vom 17. September an bekam dasselbe als Futter Gerstenschrott, und zwar anfänglich 1 Klgr. und später steigend bis zu 2 Klgr. pro Tag. Am 22. Juni 1882 wurde die Gerste theilweise durch Reis ersetzt und vom 25. Juni an bis zum Schlusse des Versuches täglich 2 Klgr. Reis verfüttert. Die Fütterung und das Lebendgewicht während des Vorversuches waren:

Datum	Lebendgewicht	Fütterung
17/9 1881	35 Klgr.	Gerste
21/6 1882	117·5	von 1—2 Klgr. pro Tag.
22/6	—	1·5 Klgr. Gerste, 0·5 Klgr. Reis
23/6	—	1 „ 1 „
24/6 „	—	0·5 „ 1·5 „

[1] Philos. Transact. II. 1859. pag. 520 und 532—33.

[2] Zeitschrift für Biologie. 10. Bd. pag. 1.

25/6 1882.	120·0 Klgr.	2 Klgr. Reis pro Tag
9/8	140·0	

Den Reis wählten wir als Futtermittel, weil er für den beabsichtigten Zweck am besten entsprach, nachdem er nur sehr wenig Fett und stickstoffhaltige Substanzen enthält und letztere überdiess nur in Form von Proteïn. Ausserdem lag die Erfahrung vor, dass bei diesem Futter die Schweine sehr gut gedeihen.

Mit Beginn der Reisfütterung kam das Thier in einen geräumigen, auf hohen Füssen stehenden länglichen Stall, der aus Latten gefertigt und um das Nagen am Holze zu verhindern, mit Blech ausgeschlagen war; an der Stirnseite befand sich ein Ausschnitt, durch den das Thier bequem Kopf und Hals, nicht aber gleichzeitig die Beine herausstecken konnte. An diesen Ausschnitt liess sich von aussen der ebenfalls auf Füssen stehende und in einem Kasten befindliche Futtertrog anschieben. Der nach oben zu öffnende Kasten war gleichfalls mit Blech ausgeschlagen und so construirt, dass etwa herumgeschleuderte Futtertheile wieder zurück in den Trog fallen mussten. Die ganze Vorrichtung erlaubte dem Thiere sehr bequem stehend zu fressen ohne indessen in den Trog steigen zu können oder Futter zu verzetteln. Der ganze Stall war wegen des Harnabflusses schwach geneigt und aus demselben Grunde die rückwärtige Hälfte des Bodens mit Blech beschlagen und mit einer Ablaufrinne versehen. Das Thier gewöhnte sich bald dort Harn und Koth abzusetzen. Stroh, Matratzen oder dergleichen als Unterlage erhielt dasselbe nicht, es schien sich auch ohne einer solchen sehr wohl zu befinden. Diese ganze Einrichtung hatte den Zweck, das Thier zu isoliren und gleichzeitig an den während des Bilanzversuches zu benützenden Stall zu gewöhnen. Nachdem es uns trotz vieler Versuche, wegen der Bauart und des Eigensinnes der Schweine, auf keine Art gelang, den Harn durch irgend einen am Thiere selbst befestigten Apparat verlustlos zu sammeln, haben wir schliesslich die Stalleinrichtung so getroffen, dass ohne besondere Vorrichtung aller Harn aufgefangen werden konnte. Zu diesem Behufe war der Boden des 140 Ctm. langen, 60 Ctm. breiten Versuchsstalles aus zwei von vorne, beziehungsweise hinten gegen die Mitte etwas geneigten starken Glasplatten gebildet, ebenso die Seitenwände

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Stärke	80·16 %
Cellulose	0·10 „
Reinasche	0·42 „
	100·00 „

Die directe Stärkebestimmung ergab 80·05 %. Der *N*-Gehalt betrug nach Dumas 0·931, nach Will-Varrentr. 0·950, im Mittel demnach 0·94 %.

Das Thier frass das vorgelegte Futter täglich sauber auf, mit Ausnahme des letzten Tages, an dem ein kleiner Rückstand[1] entsprechend 95 Grm. lufttrockener Reis übrig blieb. Die täglich verzehrten Mengen Reis und die damit aufgenommenen Bestandtheile finden sich in nachstehender Zusammenstellung verzeichnet.

I. Futtertabelle.

Verzehrt	9.—14. Aug. täglich	15. August	In Summa	Durchschnittlich pro Tag
Lufttr. Substanz	2000 Grm.	1905 Grm.	13905	1986·4 Grm.
darin waren enthalten Gramm:				
Wasser	260·0	247·6	1807·6	258·2
Trockensubstanz	1740·0	1657·4	12097·4	1728·2
Proteïn	118·4	112·8	823·2	117·6
Fett	8·0	7·6	55·6	7·94
Stärke	1603·2	1527·0	11146·2	1592·31
Cellulose	2·0	1·9	13·9	1·99
Asche	8·4	8·0	58·4	8·34
Kohlenstoff	770·6	734·0	5357·6	765·37
Stickstoff	18·8	17·9	130·7	18·67

Hiezu kamen noch pro Tag 10 Ltr. Wasser und 15 Grm. Kochsalz im Ganzen 70 Ltr. Wasser mit 12·4 Grm. Glührückstand und 105 Grm. Kochsalz.

[1] Streng genommen ist dieser nicht ganz auf Rechnung des letzten Tages zu stellen, da täglich einige Körner Reis zurückblieben, die sich mit der nächsten Ration vermischten und erst am Schlusse die Rückstände quantitativ gesammelt und gewogen wurden.

Diesen Einnahmen des Schweines stellen sich die Ausscheidungen in Koth, Harn und in den Respirationsproducten gegenüber. Dabei gilt es vor Allem zu erwägen, ob die in bestimmten Zeiträumen ausgeschiedenen Mengen auch der gleichzeitig aufgenommenen Nahrung entsprechen. In unserem Falle kann dies mit Sicherheit angenommen werden, denn einerseits ging dem Versuche eine 45tägige gleichartige Fütterung voraus, anderseits ist die Verdauungszeit des Schweines eine kurze, die Versuchsperiode dagegen war eine ziemlich lange, so dass sich ein etwa am Anfange oder Ende begangener Abgrenzungsfehler wenig bemerklich machen konnte. Soweit es sich bei diesen Erwägungen um den Koth handelt, kommt dabei noch dessen sehr geringe Menge in Betracht. Der Koth wurde in unserem Falle häufig nicht täglich, sondern oft erst jeden zweiten Tag entleert. Im frischen Zustande reagirte er schwach sauer. Derselbe war gewöhnlich mit Schleim durchsetzt und stets stärkefrei. Die während des Versuches abgegebenen Mengen und die Zusammensetzung des Kothes sind aus Tabelle II und III zu ersehen.

II. Zusammensetzung des Kothes.

Datum	In 100 Trockensubstanz sind enthalten:					
	Proteïn	Fett	*N*-freie Substanz	Asche	*C*	*N*
9. August	48·93	10·81	27·85	12·41	48·21	7·83
10.	50·98	10·50	26·59	11·93	48·67	8·16
11.	51·11	9·74	29·35	9·80	47·67	8·18
12/13	59·37	10·48	17·60	12·55	48·79	9·50
14—15	55·46	12·01	20·76	11·77	48·88	8·87

Der Koth wird gewöhnlich als das Residuum der Nahrung betrachtet und unter Vernachlässigung der demselben beigemischten Stoffwechselproducte, die Differenz zwischen der aufgenommenen Nahrung und dem Kothe, als der verdaute Antheil der Nahrung angesprochen. Sobald die Kothausscheidung eine reichliche ist, kann dies auch ohne wesentlichen Fehler geschehen. In unserem Falle jedoch machen die Stoffwechselproducte einen

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

nicht unerheblichen Theil des Kothes aus. So besteht besonders der in Äther lösliche, als Fett bezeichnete Antheil des Kothes

III. Ausgeschiedene Mengen.

Gramme:

Datum	Koth		Proteïn	Fett	*N*-freie Subst.	Asche	*C*	*N*
	frisch	trocken						
9. Aug.	107·0	33·61	16·45	3·63	9·36	4·17	16·20	2·63
10.	115·7	38·46	19·61	4·04	10·23	4·58	18·72	3·14
11.	55·3	17·99	9·19	1·75	5·28	1·76	8·58	1·47
12.—13.	166·0	49·46	29·36	5·18	8·69	6·21	24·13	4·70
14.—15.	103·7	33·42	18·53	4·01	6·94	3·93	16·34	2·96
Summa	547·7	172·94	93·14	18·61	40·50	20·65	83·97	14·90
Tages-durch-schnitt	78·25	24·71	13·31	2·66	5·79	2·95	11·996	2·13

zum allergrössten Theile aus Producten der Stoffmetamorphose.

Versetzt man den in Äther löslichen Bestandtheil des Kothes, nach dem Verdunsten des Äthers, mit alkoholischer Kalilauge und titrirt mit Salzsäure bei Gegenwart von Phenolphtaleïn als Indicator zurück, so findet man, dass annähernd die Hälfte der als Fett bezeichneten Substanz aus freien, sofort schon in der Kälte verseifbaren Säuren besteht. Nur ein kleiner Theil wird erst beim Kochen mit alkoholischer Kalilauge verseift, besteht also aus Glyceriden, beziehungsweise Neutralfetten. Die Menge dieser beträgt kaum ein Viertel des Ätherextractes. Der Rest besteht hauptsächlich aus Cholesterin und Gallenbestandtheilen, die sich übrigens auch unter den freien Säuren finden. Ein Theil der stickstoffhältigen Substanzen des Kothes ist gleichfalls den Stoffwechselproducten zugehörig, was daraus hervorgeht, dass durch Wasser sowohl kleine Mengen Stickstoff als Schwefel in Lösung gehen. Wenn wir dennoch im Folgenden die Verdaulichkeit des Reises aus der Differenz zwischen den verzehrten und im Kothe ausgeschiedenen Mengen berechnen, so geschieht dies nicht blos um der üblichen Annahme zu folgen, sondern desswegen, weil

es keine brauchbaren Methoden gibt, den Antheil der Stoffwechselproducte im Kothe zu ermitteln und weil die absoluten Mengen des von unserem Schweine ausgeschiedenen Kothes so gering sind, dass sie ohne wesentlichen Einfluss auf das Resultat bleiben.

IV. Verdaulichkeit des Reises.

	Verzehrt Gramm		Im Koth Gramm		Verdaut Gramm		Von der Nahrung sind verdaut
	In Summa	pro Tag	In Summa	pro Tag	In Summa	pro Tag	
Trockensubst...	12097·4	1728·2	172·94	24·71	11924·46	1703 49	98 57%
Proteïn.....	823·2	117·6	93·14	13·31	730·06	104 29	88 68
Fett	55·6	7·94	18·61	2·66	36·99	5 28	66 53
N-freie Subst...	11146·2	1592·31	40·50	5·79	11105·7	1586 52	99 63
Asche	58·4	8·34	20·65	2·95	37·75	5 39	64 64
Kohlenstoff.. .	5357·6	765·37	83·97	12·00	5273·63	753 37	98 43
Stickstoff.....	130·7	18·67	14·90	2·13	115·80	16 54	88 68

Unter Berücksichtigung des oben Gesagten wird sich die factische Verdaulichkeit etwas höher stellen, als die im Vorstehenden berechnete, namentlich soweit das Fett in Betracht kommt, um ein Geringes erhöht sich auch die des Proteïns und vielleicht der Asche; letzterer desshalb, weil im Kothe möglicherweise auch ein Theil der im Wasser enthaltenen Mineralstoffe ausgeschieden wird. Das Kochsalz erscheint dagegen, wie hier bemerkt werden mag, nahezu vollständig im Harne.

Der Harn war klar, gelblich gefärbt und von schwach saurer oder neutraler Reaction. Die täglich ausgeschiedene Gesammtmenge zeigt einige Schwankungen, die sich dadurch erklären, dass sich der 24stündige Harn nur sehr schwer genau abgrenzen liess, indem der Harn überhaupt nur nach langen Zwischenpausen und zu dem der Morgenharn mitunter vor, manchmal aber auch erst einige Stunden nach der Frühfütterung, während welcher das Auswechseln der Sammelflasche stattfand, gelassen wurde. Der letzte Harn wurde am 16. um 6 Uhr Früh aufgefangen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

In nachstehender Tabelle sind die täglich gelassenen Gesammtmengen, das specifische Gewicht, und die Zusammensetzung des Harnes, so weit sie uns hier interessiren, angeführt.

V. Harntabelle.

Datum	Harngesammtmenge	specifisches Gewicht	Stickstoff			Kohlenstoff	
			azotometrisch in 100 Grm.	Gesammtmenge in 100 Grm.	pro Tag	in 100 Grm.	pro Tag
9. August	8245·5	1·005	0·114	0·141	11·626	0 142	11·709
10.	6650·0	1·007	0·130	0·152	10·108	0·158	10·507
11.	6460·0	1·007	0·129	0·150	9·690	0·158	10·207
12.	7918·0	1·004	0·112	0·151	11·956	0·154	12·194
13.	6553·5	1·005	0·139	0·164	10·748	0·184	10·194
14.	6739·0	1·007	0·144	0·149	10·041	0·141	11·604
15.	6156.5	1·006	0·122	0·147	9·050	0·172	9·790
Summa	48735·5				73·219		76·205
Durchschnitt pro Tag	6960·3				10·46		10·887

Wie ersichtlich, ergab die Bestimmung des Stickstoffs mit unterbromigsaurem Natron weniger als die Verbrennung mit Natronkalk, was darauf hindeutet, dass nicht der Gesammte Stickstoff in Form von Harnstoff im Harne enthalten ist. Thatsächlich konnte aus dem mit Kalilauge eingedampften Harn nach dem Ansäuern durch Extraction mit Äther, Benzoësäure isolirt werden; der Harn enthielt demnach Hippursäure, die directe Prüfung darauf ergab blos ein zweifelhaftes Resultat. Ferner liessen sich Spuren von Harnsäure qualitativ nachweisen. Dass der Harn ausser Harnstoff noch kohlenstoffreichere organische Substanzen enthalten musste, ist auch aus dem Verhältnisse von $N:C$, das nahezu wie 1:1 ist, zu entnehmen; während der Harnstoff weniger als halb so viel Kohlenstoff als Stickstoff enthält.

Die Bestimmung der durch Lungen und Haut ausgeschiedenen Kohlensäure geschah an zwei Tagen, und zwar am 3. und 6. Versuchstage. Der Rauminhalt unseres Respirationskastens beträgt 22 CM. Das durchgesogene Luftquantum belief sich auf

circa 50 CM. pro Stunde. Jeder Versuch begann um 7 Uhr Früh und dauerte 24 Stunden. Der Kohlensäure-Gehalt sowohl der einströmenden als abströmenden Luft wurde durch je vier Controlbestimmungen ermittelt.

Während des Versuches musste behufs Fütterung Einer von uns kurze Zeit im Kasten verweilen. Nachdem wir durch einen 8stündigen Versuch die während unseres Aufenthaltes im Kasten pro Minute entwickelte Kohlensäure bestimmt hatten, konnten wir diese schliesslich in Abschlag bringen. Die zur Bestimmung der ausgeschiedenen Kohlensäure nothwendigen Daten ergeben sich aus Folgendem:

Versuch am 11. August. Mittlere Temperatur 18·0°.

Durch den Respirationskasten geströmte Luft = 1180·55 CM.

CO_2 in der eingeströmten Luft . = 0·6335 Grm. pro CM.

„ abgeströmten „ = 2·0176 „

Differenz = 1·3841 „ „

CO_2 in der Gesammtmenge der durchgeströmten Luft = 1634·00 Grm.

„ am Schlusse im Kasten verblieben. = 31·02

1665·02 „

Hievon ab die durch acht Minuten langes Verweilen eines Menschen im Kasten erzeugte CO_2. = 5·02

Kohlensäure vom Versuchsthier producirt = 1660·00

entsprechend 452·72 Grm. Kohlenstoff pro 24 Stunden.

Versuch am 14. August. Mittlere Temperatur 18°

Durch den Respirationskasten geströmte Luft = 1182·78 CM.

CO_2 in der eingeströmten Luft . = 0·5811 Grm. pro CM.

„ abgeströmten „ = 1·9655

Differenz = 1·3844 „

CO_2 in der Gesammtmenge der durchgeströmten Luft = 1637·42 Grm.

am Schlusse im Kasten verblieben. = 30·98

1668·40

Hievon ab CO_2 für sieben Minuten langes Verweilen im Kasten = 4·40 „

Kohlensäure vom Versuchsthier producirt. = 1664·00

entsprechend 453·81 Grm. Kohlenstoff pro 24 Stunden.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

An der Hand der bisher gewonnenen Resultate ist es nun möglich, die Stickstoff- und Kohlenstoffbilanz aufzustellen und damit zu einem Urtheile über den Fettumsatz und die Quelle des Fettes zu gelangen.

Stellt man die Stickstoff- und Kohlenstoffmengen in den Ausscheidungen des Schweines nebeneinander, so erhält man folgende Zahlen:

VI. Kohlenstoff- und Stickstoff-Ausgabe.

	Kohlenstoff ausgeschieden in			Stickstoff ausgeschieden in	
	Koth	Harn	Respirat. Gasen	Koth	Harn
9. August	16·20	11·71	—	2·63	11·63
10.	18·72	10·51	—	3·14	10·11
11.	8·58	10·21	452·72	1·47	9·69
12.	0·00	12·19	—	0·00	11·96
13.	24·13	10·19	—	4·70	10·75
14.	0·00	11·60	453·81	0·00	10·04
15.	16·34	9 79	—	2·96	9·05
Summe	83·97	76·21	—	14·90	73·22
Im Durchschnitt pro Tag	12·00	10·89	453·26	2·13	10·46
Im Ganzen pro Tag:	476·15 Grm.			12·59 Grm.	

Die befriedigende Gleichmässigkeit der täglichen Stickstoff- und Kohlenstoff-Ausgabe lässt es gestattet erscheinen, aus den Summen die durchschnittliche Ausgabe pro Tag zu berechnen. Vergleicht man diese mit der durchschnittlichen täglichen Einnahme (Tab. V), so ergibt sich für den Kohlenstoff- und Stickstoff-Umsatz pro Tag:

Kohlenstoff			Stickstoff		
Einnahme	Ausgabe	Im Körper verblieben	Einnahme	Ausgabe	Im Körper verblieben
765·37	476·15	289·22	18·67	12·59	6·08

Es ist demnach eine verhältnissmässig grosse Menge Kohlenstoff und nur wenig Stickstoff zum Ansatz gelangt.

Berechnet man durch Multiplication mit dem conventionellen Factor 6·25 den angesetzten Stickstoff auf Eiweiss, so ergibt sich ein täglicher Ansatz von 38 Gr. Eiweiss. Der im Körper verbliebene Kohlenstoff gehört theilweise dem angesetzten Eiweiss an, und nur der nach Abzug des Eiweiss-Kohlenstoffes bleibende Rest muss, wenigstens zum weitaus überwiegenden Theil als Fett zurückgeblieben sein, nachdem sonst keine andere Kohlenstoffreiche und Stickstoff-freie Substanz in grösserer Menge im Thierkörper vorkommt.

Die 38 Grm. zum Ansatz gelangten Eiweiss enthalten, wenn man die gewöhnlich angenommene Zusammensetzung desselben ($N = 16\%$, $C = 53\%$) zu Grunde legt, 20·1 Gr. Kohlenstoff. Mithin entfallen von den im Körper verbliebenen Kohlenstoff

$= 289 \cdot 22$ Gr.

auf das angesetzte Eiweis $= 20 \cdot 10$

und es verbleiben zur Fettbildung. $= 269 \cdot 12$ Gr. C

disponibel. Das Schweinefett enthält 76·5% C., somit entsprechen die 269·12 Gr. $C = 351 \cdot 8$ Gr. Fett, welche ausser dem Eiweiss gleichfalls zum Ansatz gelangt sein müssen.

Nun ist noch zu entscheiden, woher stammt das angesetzte Fett? Ein Theil des Fettes kann aus dem in der Nahrung schon fertig vorhandenen stammen. Nimmt man, in Anbetracht des über die Verdaulichkeit des Fettes Gesagtem, selbst an, dass das ganze Nahrungsfett wirklich verdaut und angesetzt wurde, so sind dies pro Tag 7·94 Gr. Ein anderer Theil des Fettes kann aus dem im Körper zerfallenen Eiweiss entstanden sein. Nach Henneberg können im Maximum aus 100 Theilen Eiweiss nach Abspaltung von Harnstoff 51·4% Fett entstehen. Das Mass für das im Körper zersetzte Eiweiss bildet der im Harne ausgeschiedene Stickstoff. In unserem Falle sind dies 10·46 Gr. pro Tag (Tab. V) entsprechend 65·4 Gr. Eiweiss; diese bilden im günstigsten Falle 33·6 Gr. Fett. Der nach Abzug dieses, noch verbleibende Rest des angesetzten Fettes muss neu entstanden sein, und zwar da ausser dem Eiweiss der einzige Bestandtheil der Nahrung, der die Elemente des Fettes enthält, die Stärke ist, aus

dieser. — Das zum Ansatze gelangte Fett vertheilt sich also folgendermassen:

Fett aus der Nahrung	7·9 Gr. pro Tag
„ „ dem im Körper zerfallenen Eiweiss.	33·6
„ aus Kohlehydraten neu gebildet.. „.	310·3 „ „
im Körper angesetzt	351·8 Gr. pro Tag.

Es ist demgemäss, selbst wenn man alles Fett der Nahrung als verdaut annimmt und aus dem im Körper zerfallenen Eiweiss, die grösstmögliche Menge Fett entstehen lässt, immer noch 7—8mal mehr Fett aus Kohlehydraten entstanden In Wirklichkeit dürfte sich das Verhältniss noch günstiger für die Kohlehydrate stellen, so dass vielleicht nahezu das gesammte, zum Ansatz gelangte Fett aus denselben stammt

Berechnet man die nach Vorstehendem zum Ansatz gelangten *N*- und *C*-Mengen anstatt auf Eiweiss und Fett auf Körpersubstanz, so ergibt sich ein täglicher Körpergewichtszuwachs, der mit dem thatsächlich gefundenen gut übereinstimmt. Nach Soxhlet's [1] Analysen des ganzen Körpers von zwei mit Reis gefütterten und mit unseren nahezu gleich schweren Schweinen, enthält die fettfreie Trockensubstanz im Mittel 12·64% *N* und es entsprechen 14·9% fettfreier Trockensubstanz, 59·9% fettfreier Körpersubstanz.

Berechnet man mit Hilfe dieser Daten, die einem täglichea Stickstoff-Ansatz von 6·08 Gr. entsprechende fettfreie Körpersubstanz, so stellt sich die Lebendgewichtszunahme beziehungsweise der Körperansatz unseres Schweines wie folgt:

Fett	351 Gr.
Fettfreie Körpersubstanz.	193 „
Körpergewichtszunahme	544 Gr. pro Tag,

während thatsächlich eine solche von 500 Grm. durch directe Wägung des Thieres gefunden wurde. Dies ist gleichzeitig eine Art Probe auf die Richtigkeit unserer Resultate.

Wien, Laboratorium der k. k. landw. chem. Versuchsstation, Juni 1883.

[1] A. a. O.